

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **04245025 A**

(43) Date of publication of application: **01.09.92**

(51) Int. Cl.

G11B 7/00
H03M 5/20

(21) Application number: **03031620**

(22) Date of filing: **31.01.91**

(71) Applicant:

TOSHIBA CORP

(72) Inventor:

ANDO HIDEO
KOBAYASHI TADASHI

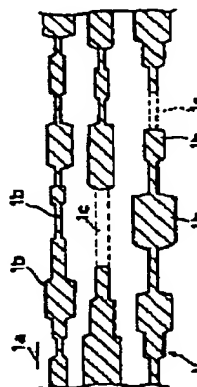
(54) RECORDING DEVICE

(57) Abstract:

PURPOSE: To enable recording capacity on a recording medium to be improved.

CONSTITUTION: This invention allows a binary recording information to be recorded into a recording medium 1 to be converted to a multiple-value signal level and a signal where an interval for the signal level change is changed, a band-shaped region 1b to be formed along a track direction 1a of the above recording medium 1, and information to be recorded so that a physical state within the band region 1b to be changed intermittently.

COPYRIGHT: (C)1992,JPO&Japio



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-245025

(43) 公開日 平成4年(1992)9月1日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

G 1 1 B 7/00

Q 9195-5D

H 0 3 M 5/20

8836-5J

審査請求 未請求 請求項の数2(全9頁)

(21) 出願番号 特願平3-31620

(22) 出願日 平成3年(1991)1月31日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 安東 秀夫

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内

(72) 発明者 小林 忠

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内

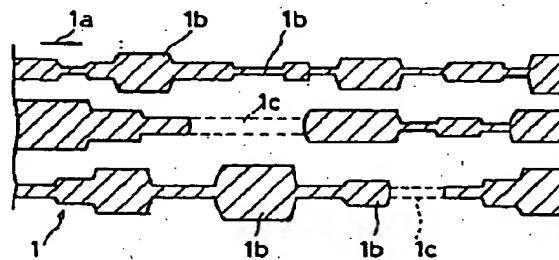
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54) 【発明の名称】 記録装置

(57) 【要約】

【目的】 この発明は、記録媒体1上の記録容量を向上させることができることを目的とする。

【構成】 この発明は、記録媒体1に記録する2値の記録情報を多値の信号レベルに変換し、かつ信号レベルの変化の切替り目の間隔を変更した信号を出力し、この出力された信号に応じて、上記記録媒体1のトラック方向1aに沿ってバンド状の領域1bを形成し、かつバンド領域1b内の物理的状態が断続的に変化するよう形成することにより情報を記録するようにしたものである。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 2値の記録情報を多値の信号レベルに変換しかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔を変更した信号を出力する出力手段と、この出力手段からの信号に応じて、記録媒体上にスパイラル状あるいは同心円状にバンド状の領域を形成しかつそのバンド状の領域の物理的状態が断続的に変化するように形成することにより情報を記録する記録手段と、を具備したことを特徴とする記録装置。

【請求項2】 多値の信号レベルでかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔が変更されている信号に応じて、スパイラル状あるいは同心円状にバンド状の領域を形成しかつそのバンド状の領域の物理的状態が断続的に変化するように形成されていることを特徴とする記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、たとえば情報の記録を光ディスクに対して行う光ディスク装置などの記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、記録媒体としての光ディスクに情報を記録する場合、光ディスクに対し局所的に周囲の記録膜とは異なる物理的状態を有するビットの不連続な配列により情報に対応する信号を記録している。

【0003】 しかし、上記のようにビット列により信号を記録しようとするとき必ずビット間の領域を持たなければならず記録密度に限界があり、光ディスクにおける記録容量を向上させることができないという問題がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 従来は、記録媒体上にビット列により信号を記録していたため、記録密度に限界があり、記録媒体上の記録容量を向上させることができないという問題がある。

【0005】 この発明は上記の点に鑑みてなされたもので、記録媒体上の記録容量を向上させることができる記録装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 この発明の記録装置は、2値の記録情報を多値の信号レベルに変換しかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔を変更した信号を出力する出力手段、およびこの出力手段からの信号に応じて、記録媒体上にスパイラル状あるいは同心円状にバンド状の領域を形成しかつそのバンド状の領域の物理的状態が断続的に変化するように形成することにより情報を記録する記録手段から構成されている。

【0007】 この発明の記録媒体は、多値の信号レベルでかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔が変更されている信号に応じて、スパイラル状あるいは同心円状にバンド状の領域を形成しかつそのバンド状の領域の物理的状態が断続的に変化するように形成されている。

【0008】

【作用】 この発明は、上記のような構成において、2値の記録情報を多値の信号レベルに変換しかつ信号レベルの変化の切替り目の間隔を変更した信号を出力し、この出力された信号に応じて、記録媒体上にスパイラル状あるいは同心円状にバンド状の領域を形成しかつそのバンド状の領域の物理的状態が断続的に変化するように形成することにより情報を記録するようにしたものである。

【0009】

【実施例】 以下、図面を参照してこの発明の一実施例について説明する。図2は、ディスク装置を示すものである。この記録媒体1は、モータ2によって例えば一定の速度で回転される。このモータ2は、モータ制御回路18によって制御されている。

【0010】 上記記録媒体1に対する情報の記録再生は、光学ヘッド3によって行われる。この光学ヘッド3は、リニアモータ31の可動部を構成する駆動コイル13に固定されており、この駆動コイル13はリニアモータ制御回路17に接続されている。

【0011】 なお、上記記録媒体1では穴開きによりビットを形成する記録膜が用いられているものであるが、相変化を利用している記録膜や多層記録膜のものを用いても良い、また記録媒体として光磁気ディスク等を用いても良い。上記の場合、光学ヘッド等の構成も同様に変更される。

【0012】 このリニアモータ制御回路17には、リニアモータ位置検出器26が接続されており、このリニアモータ位置検出器26は、光学ヘッド3に設けられた光学スケール25を検出することにより、位置信号を出力するようになっている。

【0013】 また、リニアモータ31の固定部には、図示せぬ永久磁石が設けられており、上記駆動コイル13がリニアモータ制御回路17によって励磁されることにより、光学ヘッド3は、記録媒体1の半径方向に移動されるようになっている。

【0014】 上記光学ヘッド3には、対物レンズ6が図示しないワイヤあるいは板ばねによって保持されており、この対物レンズ6は、駆動コイル5によってフォーカシング方向（レンズの光軸方向）に移動され、駆動コイル4によってトラッキング方向（レンズの光軸と直交方向）に移動可能とされている。

【0015】 また、レーザ制御回路14によって駆動される半導体レーザ発振器9より発生されたレーザ光は、コリメータレンズ11a、ハーフプリズム11b、対物レンズ6を介して記録媒体1上に照射され、この記録媒体1からの反射光は、対物レンズ6、ハーフプリズム11b、集光レンズ10a、およびシリンダカルレンズ10bを介して光検出器8に導かれる。

【0016】 上記光検出器8は、4分割の光検出セル8a、8b、8c、8dによって構成されている。

【0017】上記光検出器8の光検出セル8aの出力信号は、増幅器12aを介して加算器30a、30cの一端に供給され、光検出セル8bの出力信号は、増幅器12bを介して加算器30b、30dの一端に供給され、光検出セル8cの出力信号は、増幅器12cを介して加算器30b、30cの他端に供給され、光検出セル8dの出力信号は、増幅器12dを介して加算器30a、30dの他端に供給されるようになっている。

【0018】上記加算器30aの出力信号は差動増幅器OP1の反転入力端に供給され、この差動増幅器OP1の非反転入力端には上記加算器30bの出力信号が供給される。これにより、差動増幅器OP1は、上記加算器30a、30bの差に応じてトラック差信号をトラッキング制御回路16に供給するようになっている。このトラッキング制御回路16は、OP1から供給されるトラック差信号に応じてトラック駆動信号を作成するものである。

【0019】上記トラッキング制御回路16から出力されるトラック駆動信号は、前記トラッキング方向の駆動コイル4に供給される。また、上記トラッキング制御回路16で用いられたトラック差信号は、リニアモータ制御回路17に供給されるようになっている。

【0020】また、上記加算器30cの出力信号は差動増幅器OP2の反転入力端に供給され、この差動増幅器OP2の非反転入力端には上記加算器30dの出力信号が供給される。これにより、差動増幅器OP2は、上記加算器30c、30dの差に応じてフォーカス点に関する信号をフォーカシング制御回路15に供給するようになっている。このフォーカシング制御回路15の出力信号は、フォーカシング駆動コイル5に供給され、レーザ光が記録媒体1上で常時ジャストフォーカスとなるように制御される。

【0021】上記のようにフォーカシング、トラッキングを行なった状態での光検出器8の各光検出セル8a、～8dの出力の和信号、つまり加算器30a、30bからの出力信号は、トラック上に形成されたビット（記録情報）からの反射率の変化が反映されている。この信号は、信号処理回路19に供給され、この信号処理回路19において画像情報、アドレス情報（トラック番号、セクタ番号等）が再生される。また、レーザ制御回路14の前段には記録信号作成回路44が設けられている。この記録信号作成回路44には、記録信号を多値の信号レベルの信号に変換（変調）する変調回路41と、変調回路41からの多値の信号レベルからバンド状の信号でかつ各バンド内の物理的状態が断続的に変化する信号を発生する信号発生部42とを有しており、また信号処理回路19には、再生信号をその信号レベルにより多値の信号から2値の信号に逆変換（復調）して再生信号を得る復調回路42を有している。

【0022】この信号処理回路19で再生された再生信

号（再生情報）はインターフェース回路45を介して外部装置としての記録媒体制御装置46に出力されるようになっている。

【0023】また、このディスク装置にはそれぞれフォーカシング制御回路15、トラッキング制御回路16、リニアモータ制御回路17とCPU23との間で情報の授受を行うために用いられるD/A変換器22が設けられている。

【0024】また、上記トラッキング制御回路16は、上記CPU23からD/A変換器22を介して供給されるトラックジャンプ信号に応じて対物レンズ6を移動させ、1トラック分、ビーム光を移動させるようになっている。

【0025】上記レーザ制御回路14、フォーカシング制御回路15、トラッキング制御回路16、リニアモータ制御回路17、モータ制御回路18、信号処理回路19、記録信号作成回路44等は、バスライン20を介してCPU23によって制御されるようになっており、このCPU23はメモリ24に記憶されたプログラムによって所定の動作を行うようになっている。

【0026】次に、この発明の特徴について説明する。図1はこの発明の記録方法に基づき記録媒体1の記録領域に情報を記録した後の記録状態を示す。トラック方向の1aに沿ってバンド領域1bが連なっている。これにより、バンド領域1bは記録媒体1上にスパイラル状あるいは同心円状に連続して形成されるようになっている。バンド領域1b内では後述するように周囲の末記録領域に比べて物理的状態が異なっている。更にバンド領域1bの幅Wが場所により断続的に変化している。図1の中にバンド欠損領域1cが存在しているが、この部分はバンド領域1b内に記録された多値情報記録の形態の一つになっている。従って従来のビット列で情報を記録したときのビット間領域と異なり、このバンド欠損領域1cも広義のバンド領域1bに含まれる。図1の実施例ではバンド領域1aの内部では記録層が非晶質になり、その周囲の結晶状態とは物理的状態（相状態）が異なる。また各バンド領域1b内の物理的状態の断続的な変化とは非晶質状態の領域の広さ（幅W）の変化を表している。

【0027】図1のように記録された情報を再生したときの再生信号との関係を図3に示す。記録膜の設計方法により再生信号は変化するが非晶質領域（記録領域）の方が光反射率が高くなるような記録膜を用いた場合、図3の（a）の様に情報を記録させたときの再生信号は図3の（b）のようになる。再生信号レベルが場所により異なっていることがわかる。この再生レベルを多値レベルに戻して再生することにより多値情報の再生を行うことができる。

【0028】図1ではバンド領域1b内の周囲に対する物理的状態の違いを非晶質状態にしているが、それに限

らず他の実施例として以下に示すような方法で記録することができる。情報を記録したときのバンド領域1b内と周囲の物理的状態の違い、および信号情報を与えるためのバンド領域1b内での物理的状態を変化させる方法に付いての他の実施例をまとめて示すと、

(1) 結晶・非晶質の違いで記録 → 非晶質化率の割合を変える

(2) 2つの異なる結晶状態間の遷移で記録 → 記録幅Wを変える。

(3) 記録膜の破壊(穴開き)により記録 → 記録幅Wを変える。 10

(4) 光磁気記録膜の磁化方向の違いで記録 → 磁化率の割合を変える。(方法1)

→ 記録幅Wを変える。(方法2)

(5) 変色を利用して記録 → 色の変化濃度を変える。(方法1)

→ 記録幅Wを変える。(方法2)

(6) 記録膜の形状変化を起こさせて記録 → 形状変化割合を変える。(方法1)

→ 記録幅Wを変える。(方法2) 20

(7) 多層記録膜に記録 → 記録する層の数を変化させる。

(8) 多層膜間の拡散を利用して記録 → 拡散量を変化させる。(方法1)

→ 記録幅Wを変える。(方法2) となる。

【0029】上記記録媒体1からの再生信号として図3の(b)のような信号波形が得られた場合、この再生信号レベルの違いは穴あきにより連続するビットによるバンド領域1bを形成する記録膜の場合にはバンドの幅の違いを意味し、相変換を利用している記録膜の場合には結晶化率または非晶率の違い、多層記録膜の場合には記録された層の数の違いを表し、記録媒体1が光磁気ディスクの場合には磁化率の量の違いを表している。 30

【0030】いずれの場合でも記録時のレーザ光量や、記録パルス幅を変えることにより記録媒体1の記録膜上に上記のような多値信号を記録することができる。

【0031】この発明の復調回路40は、記録媒体1から図3の(b)に示すような多値信号(つまり加算器30a、30bからの出力により得られた再生信号)を2値化信号列に戻すものであり、図4に示すように、信号波形変換部51、信号レベル切替りタイミング検出部52、多値レベル判定部53、および信号合成部54によって構成されている。信号波形変換部51は供給される再生信号に対して信号検出や信号処理をしやすく信号波形の修正を行うものであり、具体的には再生信号の最大振幅が変動したときの補正や必要以上に周波数の高いノイズ成分を除去したり逆に信号成分を含む周波数成分のみを増幅するものである。上記信号レベル切替りタイミング検出部52は、再生信号の信号レベルを検出 50

するものである。上記多値レベル判定部53は、再生信号の信号レベルの切替り目の位置を検出するものである。上記信号合成部54は、上記信号レベル切替りタイミング検出部52と上記多値レベル判定部53の検出結果に合わせて2値化信号列を合成するものである。

【0032】また、上記復調回路40に対するこの発明の変調回路41は、2値化信号列の持つ情報を信号レベルもしくは信号レベル変化量に持たせる情報と信号レベルの変化の切替り目の間隔に持たせる情報に分け、それぞれ情報に合わせて信号を作成するものであり、図5に示すように、変調信号作成部61、信号レベル切替りタイミング作成部62、および多値レベル値決定部63によって構成されている。上記変調信号作成部61は、2値化信号列の持つ情報を信号レベルもしくは信号レベル変化量に持たせる情報と信号レベルの変化の切替り目の間隔に持たせる情報に分けるものである。上記信号レベル切替りタイミング作成部62は、上記変調信号作成部61からの変調信号により信号レベルの切替りタイミングを作成するものである。上記多値レベル値決定部63は、上記変調信号作成部61からの変調信号と上記信号レベル切替りタイミング作成部62からの切替りタイミングにより多値レベル値としての信号レベル指定電圧を決定するものである。

【0033】上記多値レベル値決定部63からの多値レベル値により、信号発生部42はその多値レベル値に対応したレーザ駆動信号を発生し、このレーザ駆動信号により上記レーザ制御回路14が作動されるようになっている。

【0034】この発明で用いる2値化信号列から多値信号に変換する変調方式について図6を用いて説明する。すなわち、複数ビット毎にグループとしてまとめ、各グループの信号を“量子化された信号レベルもしくは信号レベル変化量”と“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”の組合せに変換する。

【0035】この場合、図6では3ビット毎にグループ化し、各グループ内の最初の1ビット目を“量子化された信号レベル量”に対応させ、後の2ビットを“量子化された信号レベル変化の切替り目の間隔”に対応させている。

【0036】図6の変調方式に対する変調回路41の構成例を図5との対応を示しながら、図7を用いて説明する。上記変調信号作成部61は、RAM150、アドレス更新用カウンタ151、153、シフトレジスタ152、154、インバータ155、カウンタ156、およびゲート回路157、158、159によって構成されている。上記信号レベル切替りタイミング作成部62は、加算器160、カウンタ161、FF回路162、およびカウンタ163によって構成されている。上記多値レベル値決定部63は、ROM164、およびD/Aコバータ165によって構成されている。

【0037】このような構成の変調回路41のポイントは、2値化信号列をシフトレジスタ154に入力し、特定周期毎にシフトレジスタ154の出力端子の信号を読み取り、“信号レベル量”と“信号レベル変化の切替り目の間隔”に変換し、加算器160とカウンタ161により“信号レベル変化の切替り目の間隔”を作り出すことにある。

【0038】事前に2値化信号列をRAM150に入力しておく。信号変調時に取り出された2値化信号列はシフトレジスタ152、154を通過する。

【0039】3ビット毎に信号を読み取り、シフトレジスタ154の出力端子QH から信号レベル値を設定し、端子QF と端子QG から信号レベル変化の切替り目の間隔を設定する。

【0040】始め“11”の値を設定しておき、端子QF と端子QG の値を加算器160で加算する。その結果を、カウンタ161にロードし、(ロードしたときのDの値は“0”に設定しておく) 端子QD が“1”になるまでカウンタを動かして信号レベル変化の切替り目の間隔を設定する。その間、RAM150から出力される2値化信号列の転送タイミングをカウンタ156により調整している。

【0041】次に、図6に示す変調方式に対応した復調回路40の構成例を図4との対応を示しながら、図8を用いて説明する。上記信号レベル切替りタイミング検出部52は、微分回路170、173、タイミング検出回路171、絶対値回路172、比較器174、175、およびゲート回路176によって構成されている。上記多値レベル判定部53は、基準信号発生部177、178、比較器(コンパレータ)179、180、およびROM181によって構成されている。上記信号合成部54は、シフトレジスタ182、185、エンコーダ183、アドレスカウンタ184、RAM186、3ビット信号/8ビット信号変換回路187、およびRAM188によって構成されている。

【0042】このような構成の復調回路42のポイントは、比較器(コンパレータ)179、180により多値信号レベルの判定を行っており、また信号を微分回路170、173で2回微分して信号レベル変化の切替り目の検出を行っているところにある。

【0043】すなわち、多値レベル判定部53では基準信号発生部177、178で異なる基準信号を発生させ、それと信号波形変換部51の出力信号とを比較器179、180により比較し、量子化された多値の信号レベル値を判定している。

【0044】信号レベル切替りタイミング検出部52では信号波形変換部51の出力信号の2回微分値が0クロスする位置と1回微分した値が所定のしきい値を越えた位置の重なったところで信号レベルが切替ったと判定している。つまり微分回路170の出力がタイミング検出

回路171の非反転入力端子の所でダイオードD3、D4の順方向電圧を越えるとショートに近い状態になりゲインが急激に増大する。

【0045】この信号を絶対値回路172に通すことによりTTLレベルの検出信号が得られる。また、微分回路173の出力を再度微分回路173に通すと2回微分したことになる。この値に対し上限と下限を規定した比較器174、175で判定し、上限と下限の範囲内に入っている時を検出する。

10 【0046】そして、ゲート回路176(アンド)により全ての条件を満たした時のみを信号レベルの切替り目と判断する。図13の(b)から明らかなように、始めの“1”から次の“1”までの間の“0”の数が“n”の時、変調前の2値信号の値は“6-n”となる。

【0047】したがって、シフトレジスタ182の出力端子QG に“1”が来たとき次の“1”がQA、QB、QC のうちどこにくるかをエンコーダ183で判定することにより、変調前の2値信号値を決定することができる。

20 【0048】信号情報を与えるためのバンド領域1b内での物理的状態を変化させるための記録膜上での原理的な方法について初めの実施例を含め9種類示した。このバンド領域1b内での物理的状態を変化させるための情報記録装置としての作用は記録媒体1に与えられる実効的なエネルギーの量を変化させることに対応する。そして、この記録媒体1に与える実効的なエネルギー量は信号発生部42からの記録用信号波形を変化させることにより制御している。

30 【0049】記録媒体1上に例えば図9の(a)に示すようなバンド領域1bを記録するための記録用信号波形を変化させる方法とそれを行う信号発生部42の具体的な構造を示す実施例について分類すると以下になる。

【0050】(イ)記録媒体1に与えられる実効的なエネルギーの量を変化させる方法として記録用最大光量を変化させる。

【0051】図9の(a)に示すようなバンド領域1b内での物理的状態を変化させるための信号発生部42からの信号は図9の(b)に示すようになる。バンド領域1b内での物理的状態の変化量に合わせて信号レベルが変化する。

【0052】この場合の信号発生部42の具体的な構造を図10の(a)に示す。第1図または第5図において信号発生部42に入力される変調回路41からの信号としての多値レベル値はバンド領域1b内での物理的状態の変化量に合わせて変化する。図10の(a)ではその信号に対するバッファ回路90になっている。

【0053】(ロ)パルス幅を変化させる。

50 【0054】図9の(c)のようにバンド領域1bを複数のパルスにより記録すると共に1個のパルスのパルス

幅を変化させる。

【0055】この場合の信号発生部42の具体的構造は図10の(b)に示すようにパルスデューティ変換部91となっている。

【0056】(ハ)パルス周期を変化させる。

【0057】図9の(d)のような波形となる。

【0058】この場合の信号発生部42の具体的構造は図10の(c)のような周波数変換(VCO)部92とパルス発生部93からなっている。

【0059】(ニ)パルスの波形を変化させる。

【0060】図9の(e)のような波形となる。

【0061】この場合の信号発生部42の具体的構造は図10の(d)のように、3種類の記録パルス波形を出力する記録パルス波形設定部94、95、96、A/D変換部97、デコーダ部98、およびセクタ部99からなっている。多値レベル値(信号レベル指定電圧)に対応してデコーダ部98とセクタ部99により記録パルス波形を選択するようになっている。

【0062】また、記録媒体1が光磁気ディスクの場合には、光学ヘッド3の代りに磁気変調を行う磁気ヘッドが用いられ、レーザ駆動回路の代りに磁気ヘッドのコイルに電流を流すための駆動回路が用いられる。この場合には、信号発生部42から駆動回路に送られる信号に対応してコイル電流を変え、記録媒体1に与える外部磁界の状況(強度等)を変化させている。

【0063】また、光源として半導体レーザを用いずに、Arレーザ等のガスレーザやYAGレーザを用いるようにしても良い。この場合、光変調用にE.O.変調器やA.O.変調器が必要となり、ガスレーザ等からのレーザ光の光路中に上記変調器が挿入される。

【0064】上記したように、ビットが連続してつながったようなバンド領域により記録することにより、バンド内のあらゆる場所に多値情報による情報を記録するこ

とが可能になり、それだけ記憶密度を向上させることができる。

【0065】

【発明の効果】以上詳述したようにこの発明によれば、記録媒体上の記録容量を向上させることができる記録装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例における光ディスクの信号の記録状態を説明するための図。

10 【図2】図1の実施例に係るディスク装置の回路構成を示すブロック図。

【図3】図1の実施例における光ディスクの信号の記録状態と再生信号との関係を説明するための図。

【図4】図2の復調回路の回路構成を示すブロック図。

【図5】図2の変調回路の回路構成を示すブロック図。

【図6】図2の変調回路の2値化信号列から多値信号への変調方式を説明するための図。

【図7】図2の変調回路の具体的な構成例を示す回路図。

20 【図8】図2の復調回路の具体的な構成例を示す回路図。

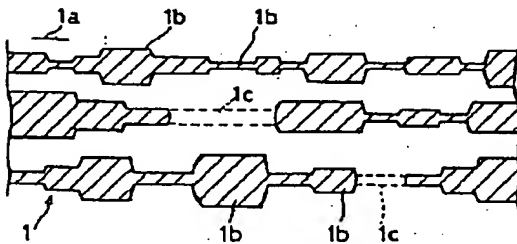
【図9】図2の信号発生部の発生信号列を示す図。

【図10】図2の信号発生部の具体的な構成例を示す回路図。

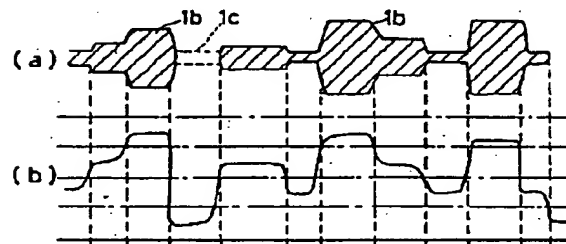
【符号の説明】

1…記録媒体、1a…トラック方向、1b…バンド領域、1c…バンド欠損領域、9…半導体レーザ発振器、19…信号処理回路、41…変調回路、40…復調回路、42…信号発生部、44…記録信号作成回路、51…信号波形変換部、52…信号レベル切り替えタイミング検出部、53…多値レベル判定部、54…信号合成部、61…変調信号作成部、62…タイミング作成部、63…多値レベル値決定部。

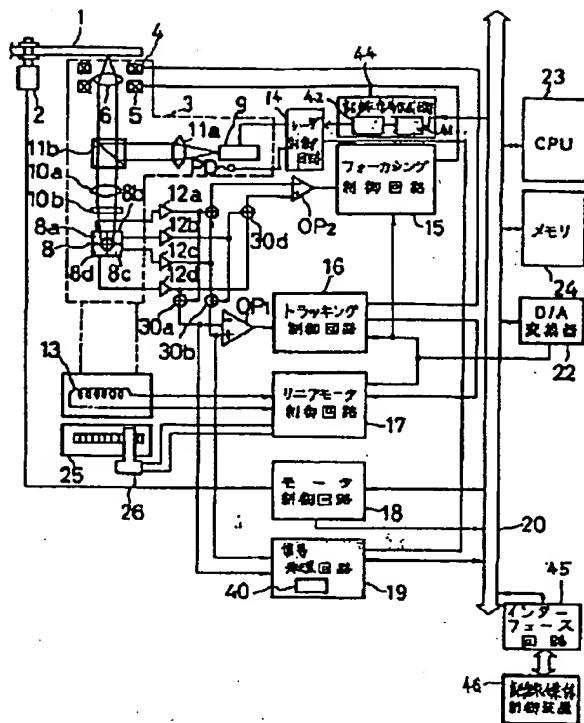
【図1】



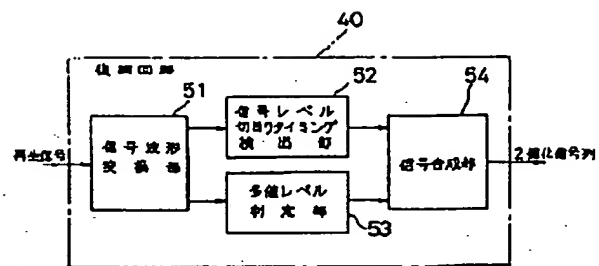
【図3】



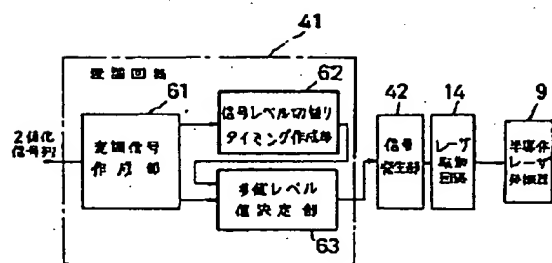
【図2】



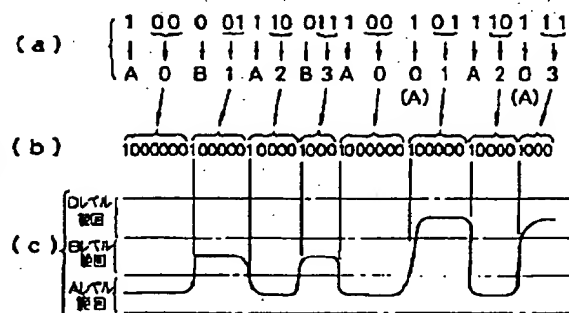
【図4】



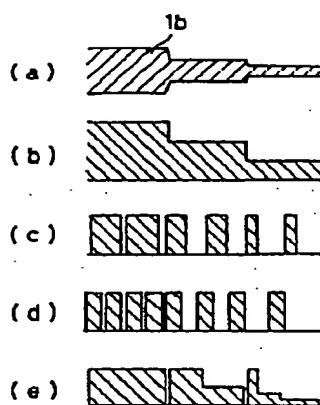
【図5】



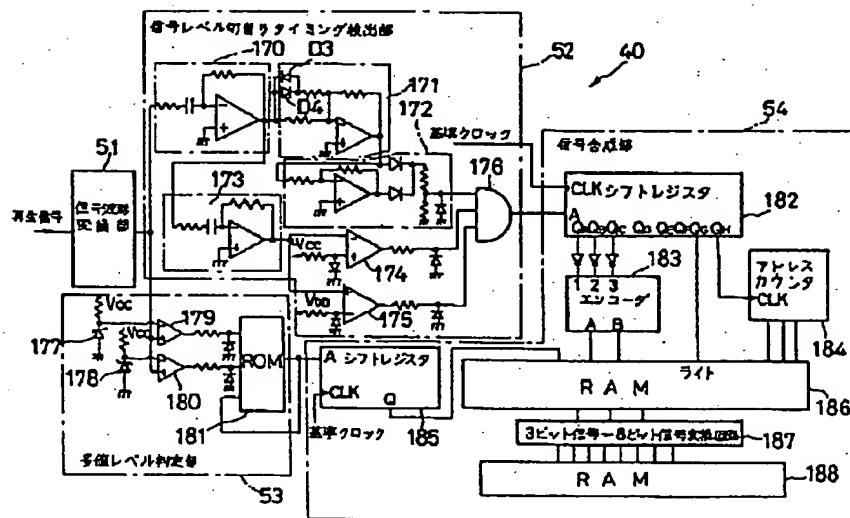
【図6】



【例 9】



【圖 8】



【図10】

